



DEUTSCHES  
PATENTAMT

Offenlegungsschrift  
DE 196 24 092 A 1

51 Int. Cl. 6:  
H 03 G 7/00  
H 03 G 3/30  
H 04 B 1/64  
H 03 F 3/181  
H 04 R 25/00

21 Aktenzeichen: 196 24 092.1  
22 Anmeldetag: 17. 6. 96  
43 Offenlegungstag: 13. 11. 97

DE 196 24 092 A 1

66 Innere Priorität:

196 18 134.8 06.05.96

71 Anmelder:

Siemens Audiologische Technik GmbH, 91058  
Erlangen, DE

74 Vertreter:

Fuchs, F., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 81541 München

72 Erfinder:

Hohn, Werner, Dr.-Ing., 91080 Uttenreuth, DE

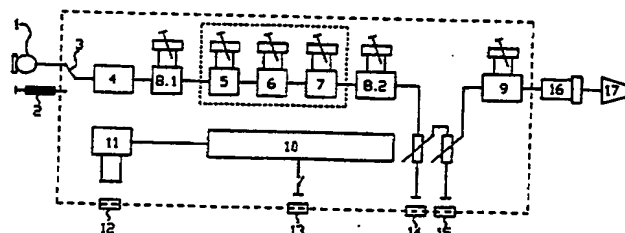
66 Entgegenhaltungen:

GB 10 46 753

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 Verstärkungsschaltung, vorzugsweise für analoge oder digitale Hörgeräte sowie Hörgeräte unter Verwendung einer entsprechenden Verstärkungsschaltung bzw. eines entsprechenden Signalverarbeitungs-Algorithmus

57 Zur besseren Anpassung an das Hörvermögen des Probanden umfaßt die Schaltung wenigstens zwei Kompressionsschaltungen (6, 7) als Teilschaltungen, die sich zeitunabhängig oder -abhängig unterschiedlich überlagern und wobei eine resultierende Verstärkungskennlinie V erzeugbar ist, bei der das Kompressionsverhältnis  $\Delta L_i / \Delta L_o$  mit steigendem Eingangspegel  $L_i$  andauernd oder in definierten Zeitintervallen abnimmt.



DE 196 24 092 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 09. 97 702 046/705

13/26

Verstärkungsschaltung, vorzugsweise für analoge oder digitale Hörgeräte sowie Hörgeräte unter Verwendung einer entsprechenden Verstärkungsschaltung bzw. eines entsprechenden Signalverarbeitungs-Algorithmus.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Verstärkungsschaltung, vorzugsweise für analoge oder digitale Hörgeräte, bei der unter Verwendung einer Kompressions-schaltung über einem Eingangspegelbereich  $L_{I1} - L_{I2}$  eine Kompression der Eingangspegeldifferenz  $\Delta L_I$  mit dem Resultat einer geringeren Ausgangspegeldifferenz  $\Delta L_O$  vorgenommen wird. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Hörgerät unter Verwendung einer entsprechenden Verstärkungsschaltung bzw. eines entsprechenden Signalverarbeitungs-Algorithmus.

Ein Großteil der Schwerhörigkeiten ist dadurch gekennzeichnet, daß sehr laute Töne, wie von einem gesunden Gehör normal, leisere Töne dagegen nicht oder nur noch unzulänglich wahrgenommen werden. Man spricht hierbei von "Recruitment" (Lautheitsausgleich). Die Schallwahrnehmung beginnt bei Patienten mit "Recruitment" demzufolge erst bei bestimmten Schallpegeln (z. B. 60 dB SPL). Ab diesem Schallpegel steigt das Hörempfinden des Patienten überproportional an und entspricht bei einem höheren Schallpegel (z. B. 90 dB SPL) dem eines Normalhörenden. Um eine Verbesserung zu erreichen, ist es daher notwendig, über dem gesamten, von Normalhörenden wahrnehmbaren Schallpegelbereich eine möglichst optimale Anpassung der Verstärkung des Hörgerätes in bezug auf das Hörempfinden eines Normalhörenden vorzunehmen. Eine solche Anpassung erfolgt bisher mit sogenannten Kompressionsschaltungen (z. B. sogenannten AGC - (Automatic-Gain-Control)-Schaltungen), welche abhängig von einem Schwellenwert für darüber liegende Schallpegel eine geringere Verstärkung des Eingangssignals vornehmen. Die Kennlinie einer Kompressionsschaltung in einem  $L_I L_O$ -Diagramm ist bei heutigen Hörgeräten entweder ab dem Schwellenwert mit einer konstanten Steigung kleiner als 1 ansteigend oder "nach oben hin gekrümmt", d. h. ihre Steigung verringert sich mit steigendem Eingangspegel.

Daraus resultiert das Problem, daß über einem Eingangspegelbereich  $L_{I1} - L_{I2}$ , bei optimaler Anpassung im Niederschallpegelbereich, eine zu hohe Verstärkung im mittleren Eingangspegelbereich erfolgt. Wird die Verstärkung reduziert, leidet wiederum das Hörempfinden im Niederschallpegelbereich.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Verstärkungsschaltung, insbesondere für den Einsatz in Hörgeräten, sowie ein Hörgerät zur Verfügung zu stellen, mit der bzw. dem eine bessere Anpassung des Hörvermögens eines Schwerhörigen an das Hörvermögen eines Normalhörenden, vorzugsweise im gesamten Pegelbereich, ohne Überschreitung der Unbehaglichkeitsschwelle möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils in Verbindung mit dem Oberbegriff von Anspruch 1 und beim gattungsgemäßen Hörgerät durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 25 in Verbindung mit dem Oberbegriff von Anspruch 25 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beansprucht.

Die Idee, mindestens zwei, zeitunabhängige oder -abhängige Schaltungen miteinander zu kombinieren, da-

mit diese sich überlagern und eine resultierende Verstärkungskennlinie  $V$  bilden, bei der das Kompressionsverhältnis  $CR = \Delta L_I / \Delta L_O$  (Compression Ratio = Kehrwert der Steigung) mit steigendem Eingangspegel  $L_I$  im unteren Pegelbereich zu- und im oberen Pegelbereich wieder abnimmt, ermöglicht eine Verstärkungskennlinie  $V$ , welche andauernd oder zeitweise "nach unten hin durchhängt", wodurch eine sehr viel genauere Annäherung an das Hörvermögen eines Normalhörenden erzielt werden kann.

Es ist vorgesehen, daß  $CR$  knapp unterhalb der individuellen Unbehaglichkeitsschwelle wiederum zunimmt, und zwar relativ stark, damit das Gehör nicht durch zu laute Töne gefährdet wird. Diese Optimierung kann nicht nur mit Digitaltechnik, sondern auch unter Verwendung extrem miniaturisierter Analogtechnik in vorteilhafter Weise vorgenommen werden, d. h. die sehr kleinen Abmessungen der Hörgeräte können beibehalten werden.

Zweckmäßigerweise wird ein derartiges System durch Reihenschaltung von Schaltungsteilen bzw. Teilschaltungen realisiert, deren Kompressionsverhalten auf jeweils einen, von den anderen verschiedenen Pegelbereich beschränkt ist.

Alternativ können komprimierende Schaltungsteile parallel geschaltet oder komprimierende und expandierende Schaltungsteile in Reihe geschaltet werden. Im letzten Fall wird die komprimierende Wirkung durch die expandierende in Teilbereichen vermindert.

Die Schaltungsteile können sich in ihren Schwellenwerten, in ihren Kompressionsverhältnissen, in ihren Ein- oder Ausschwingzeiten (konstant oder adaptiv) unterscheiden. Sie können sich natürlich auch in mehreren oder allen Eigenschaften unterscheiden.

Eine nach unten gewölbte Kurve wird in dem interessierenden Eingangspegelbereich  $L_{I1} - L_{I2}$ , z. B. bei einer Reihenschaltung, in einfacher Weise dadurch eingestellt, daß die Kennlinie der Kompressionsschaltung mit dem höheren unteren Schwellenwert, im Vergleich zur Kompressionsschaltung mit dem niedrigeren unteren Schwellenwert, ein geringeres Kompressionsverhältnis  $\Delta L_I / \Delta L_O$  aufweist.

Durch Variation der Schwellenwerte oder der Kompressionsverhältnisse oder der Ein- und Ausschwingzeiten der einzelnen Kompressionsschaltungen oder mehrerer oder aller Parameter kann die Verstärkungskennlinie  $V$  individuell und einzelfallbezogen angepaßt werden.

Zum Schutze des Gehörs ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß das Kompressionsverhältnis bei höheren Pegelwerten stark zunimmt. Die daraus resultierende geringere Verstärkung führt zu einer Bedämpfung des Signals.

Um über den gesamten Bereich ein gleichmäßiges bzw. ausgewogenes Signal mit "angenehmen" Regelverhalten zu erlangen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die jeweilige Kompressionsschaltung ein Regelsignal aus dem Ausgangssignal ihrer jeweiligen Vorgängerin ableitet.

Als vorteilhafte Weiterbildung ist vorgesehen, daß alle Kompressionsschaltungen das Regelsignal aus mehreren gewichteten Ausgangssignalen unterschiedlicher Teile der Gesamtschaltung ableiten. Dies erlaubt eine feinstufigere und exaktere Anpassung des Regelverhaltens.

Eine feinstufige Anpassung an das individuelle Hörempfinden kann ferner dadurch erreicht werden, daß mindestens drei (oder mehr) Kompressionsschaltungen

bzw. Expansionsschaltungen vorgesehen sind, wobei ein Teil davon (zumindest jedoch zwei Schaltungen) wahlweise aktivierbar ist.

Sofern die Kompressions- bzw. Expansionsschaltungen, in Verbindung mit einer wahlweisen Aktivierung derselben, eine hinsichtlich Schwellenwert und/oder Kompressions- bzw. Expansionsverhältnis feste Einstellung aufweisen, können im Aufbau einfachere, energiesparendere und in ihren Abmessungen kleinere Schaltungen Verwendung finden.

Zweckmäßigerweise ist das Zeitverhalten der einzelnen Kompressionsschaltungen bzw. Expansionsschaltungen unabhängig voneinander beeinflussbar, wodurch eine individuelle Verstärkung ermöglicht wird. Beispielsweise kann das Regelverhalten bei höheren Schallpegeln länger und bei niedrigen Schallpegeln kürzer eingestellt sein.

Wenn das Regelverhalten der Kompressionsschaltung — gemäß Anspruch 16 — von der Größe der Eingangsschallpegeldifferenz pro Zeitintervall  $\Delta L_i/\Delta t$  abhängig ist, kann z. B. die Ausregelzeit der jeweiligen Kompressionsschaltung zu dem Wert dieses Quotienten proportional sein. Beispielsweise können kurze, starke Schallpegel (Zuschlagen einer Tür, Knall, etc.) am Verstärkereingang kurz gedämpft und dann schnell wieder auf den vorherigen Verstärkungswert hochgeregelt werden, wohingegen bei längeren Schallpegeln mit geringerer Eingangsschallpegeldifferenz pro Zeitintervall (Musik etc.) am Eingang die Ausregelzeit erhöht werden kann und hierdurch lästige Regelvorgänge innerhalb der zu verstärkenden Signale vermieden werden.

Die Ausregelzeit einer Kompressionsschaltung ist, gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, von den Schwellenwerten der verkoppelten Kompressionsschaltungen, d. h. Teilschaltungen abhängig. Hierdurch erfolgt eine schwellenwertabhängige Steuerung der Ausregelzeit. Die Form der Verstärkungskennlinie V ist wiederum zeitabhängig.

Eine weitere zweckmäßige Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die aus mindestens zwei, sich überlagernden Teilschaltungen aufgebaute Verstärkungsschaltung jeweils für einen eigenen von mehreren Frequenzkanälen vorgesehen ist. Dem betreffenden Frequenzkanal kann auf diese Weise die, durch Überlagerung mindestens zweier Teilschaltungen individuell besonders anpaßbare, Verstärkungsschaltung mit optimaler Verstärkungskennlinie zugeordnet werden. Hierdurch wird eine besonders feine, frequenzbandbezogene Anpassung der Verstärkung ermöglicht.

Die dem jeweiligen Frequenzkanal zugeordneten Kompressionsschaltungen werden primär von einem Signal getriggert, welches im jeweiligen Übertragungsreich der Frequenzkanäle liegt.

Das Gesamtkompressionsverhältnis der Verstärkungsschaltung eines Kanals ist durch Variation des Kompressionsverhältnisses eines oder mehrere Nachbarkanäle steuerbar. Liegt beispielsweise das Kompressionsverhältnis im tieferen Kanal höher als im höheren Kanal, werden die höheren Töne vergleichsweise mehr verstärkt, was einer Verdeckung hoher Töne durch tiefe Töne entgegenwirkt.

Zusätzlich kann die Nachverdeckung durch die Wahl einer bestimmten Zeitkonstanten für einen Kanal beeinflusst werden. Besitzen die Zeitkonstanten der dem einen Frequenzkanal zugeordneten Kompressionsschaltungen einen kleineren Wert, so tritt in diesem Kanal eine schnellere Erholung der Regelung ein. In diesem

Zusammenhang kann die Ausschwingzeit der Kompressionsschaltungen eines Kanals durch die Schwellenwerte und die Ein- und Ausschwingzeiten der Kompressionsschaltungen mindestens eines benachbarten Kanals gesteuert werden.

Außerdem kann das Stellglied der AGC eines Kanals von den Ausgangsspannungen oder -strömen der Gleichrichterschaltungen mehrerer anderer Kanäle gesteuert werden, wobei die Wichtung gleich oder verschieden sein kann.

Zur Langzeitsteuerung der erfindungsgemäßen Verstärkungsschaltung kann, gemäß einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung, die Häufigkeit der Triggierung einer oder mehrerer Kompressionsschaltungen erfaßt werden und, bei Überschreitung eines Häufigkeitsschwellenwertes, eine Stufe des Vorverstärkers der Kompressionsschaltung, vorzugsweise "weich", abgeschaltet werden.

Hierdurch wird für eine festgelegte Zeitspanne die Gesamtverstärkung verringert. Die Kompressionsschaltung(en) wird bzw. werden aufgrund dessen seltener getriggert. Es stellt sich auf diese Weise eine Langzeitsteuerung, in Form eines vom Schallereignis abhängigen Ein-/Ausschaltverhältnisses der Vorstufe ein.

Alternativ kann eine zusätzlich vorgeschaltete Breitband-AGC-Schaltung für eine relativ lange Zeit eingeschaltet werden.

Die Erfindung betrifft darüber hinaus ein Hörgerät mit den Merkmalen des Oberbegriffs der Ansprüche 25—28, welches durch eine vorstehend beschriebene Verstärkungsschaltung bzw. einen entsprechenden Algorithmus gekennzeichnet ist.

Ausgestaltungen der Erfindung werden nachstehend anhand von Zeichnungsfiguren näher erläutert. Identisch wiederkehrende Merkmale sind der Übersichtlichkeit halber nur einmal mit der betreffenden Bezugsziffer gekennzeichnet. Es zeigen:

Fig. 1 die einzelnen Baugruppen eines erfindungsgemäßen Hörgerätes in vereinfachter schematischer Darstellungsweise;

Fig. 2 unterschiedliche Kennlinien (Normalhörender N, Hörverlust mit Recruitment E sowie optimierte Verstärkungslinie V) im  $L_1/L_0$ -Diagramm;

Fig. 3 die Kennlinien von drei AGC-Schaltungen und die resultierende Kennlinie bei ihrer Reihenschaltung;

Fig. 4 die Baugruppen eines Hörgerätes der erfindungsgemäßen Art unter Einsatz von drei Frequenzkanälen (Mehrkanaltechnik).

Das Hörgerät in Fig. 1 umfaßt ein Mikrofon 1 sowie eine Hörspleule 2, die über einen Funktionsschalter 3 mit einem Vorverstärker 4 verbunden sind. Der Vorverstärker 4 steht mit drei, in diesem Beispiel in Serie geschalteten, eigene Stellglieder aufweisenden Kompressionsschaltungen 5, 6 sowie 7 mit je z. B. zwei Schwellenpegeln in Verbindung. Darüber hinaus ist ein Klangfilter 8 vorgesehen, von dem ein Teil 8.1 vor und ein Teil 8.2 hinter den AGC-Schaltungen angeordnet ist.

Das Hörgerät weist weiterhin einen Endverstärker 9 sowie Hörer 16 auf, der mit einem Ohrpaßstück 17 versehen ist. Ferner sind ein Programmspeicher 10 zur Festlegung verschiedener Einstellungen sowie eine Batterie 11 vorgesehen. Schließlich weist das Hörgerät gemäß Fig. 1 einen Betriebsschalter 12, einen Hörprogrammschalter 13 sowie einen Lautstärkesteller 14 und einen Anpaßverstärkungssteller 15 auf.

Bei den Kompressionsschaltungen 5, 6, 7 handelt es sich z. B. um übliche AGC- (Automatic-Gain-Control) Schaltungen, die dadurch gekennzeichnet sind, daß über

einem vorbestimmten Schallpegelbereich eine im wesentlichen konstante Verstärkung des zur Verfügung gestellten Signals erfolgt und die Verstärkung ab einem bestimmten, einstellbaren Schwellenwert CK1 reduziert wird. Der reduzierte Bereich ist entweder linear oder nach oben gewölbt. Oberhalb eines zweiten Schwellenwertes CK2 gilt wieder  $CR = 1$ .

Fig. 2 zeigt den Verlauf üblicher Kompressionsschaltungen, z. B. der Kompressionsschaltungen 5, 6, 7 in Fig. 1. Der Verlauf der Kompressionskennlinie ist zunächst linear und geht ab dem Schwellenwert  $L_{11}$  in einen weiteren linearen Verlauf (Kurve A) mit geringerer Steigung über. Der Verlauf der Kurve B in Fig. 2 unterscheidet sich lediglich darin, daß die Verstärkungskennlinie oberhalb des Schwellenwertes  $L_{11}$  nach oben hin gewölbt ist.

Dadurch, daß in Fig. 1 drei Kompressionsschaltungen 5, 6, 7 in Serie geschaltet sind, erhält die Verstärkungskennlinie V über dem Eingangspegelbereich  $L_{11} - L_{12}$  eine nach unten hin gewölbte Form. Hierdurch wird in diesem Eingangspegelbereich (z. B. im mittleren Eingangspegelbereich) eine optimale Anpassung an das Hörempfinden Schwerhöriger gewährleistet: leise Sprache wird mehr verstärkt als mittellaut. Die resultierende Verstärkungskennlinie V der erfindungsgemäßen Verstärkungsschaltung ist — vgl. Fig. 2 — zunächst linear und geht beim Eingangspegel  $L_{11}$  in eine nach unten gewölbte Verstärkungskennlinie V über, die bei dem Eingangspegel  $L_{12}$  in die Kennlinie N eines Normalhörenden übergeht.

Alternativ ist ab  $L_{12}$  eine sehr starke Kompression wählbar, um das Gehör zu schützen. Die Verstärkungskennlinie V entspricht nahezu einer Spiegelung der Kennlinie E des Schwerhörigen entlang der linearen Kennlinie N eines Normalhörenden, was eine optimale Anpassung der Verstärkung begründet.

Die Kompressionsschaltungen 5, 6 und 7 in Fig. 1 unterscheiden sich in ihren Schwellenwerten sowie ihren Kompressionsverhältnissen. Die Verstärkungskennlinie der Kompressionsschaltung mit dem höheren unteren Schwellenwert weist, im Vergleich zur Kompressionsschaltung mit dem niedrigeren unteren Schwellenwert, ein geringeres Kompressionsverhältnis  $\Delta L_1 / \Delta L_0$ , d. h. in dem  $L_1 L_0$ -Diagramm eine größere Steigung auf. Hierdurch wird eine Wölbung der Verstärkungskennlinie V nach unten erreicht. Die Kompressionsschaltung 5 hat demzufolge, im Vergleich zur Kompressionsschaltung 6, einen niedrigeren unteren Schwellenwert und eine geringere Steigung, wohingegen die Kompressionsschaltung 7 einen, im Vergleich zur Kompressionsschaltung 6, höheren unteren Schwellenwert sowie eine höhere Steigung besitzt.

Durch Veränderung der beiden Schwellenwerte sowie der Steigung der jeweiligen Kompressionsschaltung kann die Verstärkungskennlinie V hinsichtlich ihrer Form verändert werden. Hierdurch besteht die Möglichkeit, die Verstärkungskennlinie V individuell an das Hörvermögen der jeweiligen Person anzupassen.

Die Regelfunktion der Kompressionsschaltungen 5, 6, 7 wird von der Größe der Eingangsschallpegeldifferenz pro Zeitintervall beeinflusst. Liegt ein kurzes, intensives Signal am Eingang an (z. B. durch Zuschlagen einer Tür) wird die Ausregelzeit verkürzt mit der Folge, daß die Regelung sich sehr schnell wieder erholt. Handelt es sich hingegen um ein längeres intensives Signal, erfolgt eine langsamere Zurückregelung auf den vorhergehenden Verstärkungswert. Hierdurch läßt sich die Form der Verstärkungskennlinie V zeitabhängig festlegen.

Daneben kann die Ausregelzeit von sich überlagernden Kompressionsschaltungen 5, 6, 7 insgesamt, d. h. für die gesamte Serienschaltung, wie oben pegelabhängig gesteuert werden.

Fig. 3 zeigt ein Beispiel für die Verstärkungskennlinie V, die durch Reihenschaltung von drei Kennlinien K1 bis K3 erreicht werden kann.

Aus Fig. 3 wird deutlich, daß die Verstärkungskennlinie V, als Resultierende der Überlagerung z. B. dreier Kompressionsschaltungen, durch Variation der Schwellenwerte der Kompressionsschaltungen veränderbar ist. Dies kann entweder durch unmittelbare Variation der Schwellenwerte am Hörgerät erfolgen oder aber, bei zusätzlicher Verwendung von Expansionsschaltungen dergestalt, daß mindestens drei, vorzugsweise feste Einstellungen aufweisende, Teilschaltungen vorgesehen sind, wobei mindestens zwei Teilschaltungen davon wahlweise aktivierbar sind. Die Verstärkungskennlinie V kann daher bei kleineren Geräten und niedrigerem Energieverbrauch in optimaler Weise besonders fein an das Hörempfinden eines Patienten angepaßt werden. Die Aktivierung der Teilschaltung erfolgt jeweils in Abhängigkeit des Schwellenwertes.

Fig. 4 zeigt die Anwendung der Erfindung in der sogenannten Mehrkanaltechnik. Hierbei sind z. B. drei Frequenzkanäle 18, 19 sowie 20 vorgesehen, wobei jeder Frequenzkanal einen Vorverstärker 4, drei in Serie geschaltete Kompressionsschaltungen 5, 6 bzw. 7 sowie ein Klangfilter 8.1 und 8.2 aufweist. Bei dieser Ausgestaltung wird demzufolge für jeden Frequenzkanal 18, 19, 20 eine eigene Verstärkungskennlinie V der in Fig. 2 gezeigten Art individuell eingestellt. Die Verstärkung der Signale erfolgt hierbei nicht pauschal, sondern frequenzspezifisch, d. h. tonspezifisch, entsprechend den individuellen Anforderungen.

Die übrigen Bauteile des Hörgerätes entsprechen denjenigen der Darstellung gemäß Fig. 1. Bei dem Mehrkanal-Hörgerät, gemäß Fig. 4, werden die Kompressionsschaltungen 5, 6, 7 primär von einem Signal getriggert, welches im jeweiligen Übertragungsbereich liegt. Liegt das Kompressionsverhältnis im tieferen Frequenzkanal 19 höher als im höheren Frequenzkanal 18, dann werden die höheren Töne relativ mehr verstärkt. Dies wirkt einer Verdeckung hoher Töne durch tiefe Töne entgegen. Die Gesamtkompressionsverhältnisse werden durch die benachbarten Frequenzkanäle dynamisch gesteuert. Durch Wahl einer z. B. kleineren Zeitkonstanten für den höheren Frequenzkanal, z. B. 19, kann erreicht werden, daß nach dem Triggern von zwei benachbarten Kompressionsschaltungen 5, 6, 7 sich die Regelung eines der benachbarten Frequenzkanäle, z. B. 18, (in diesem Fall des oberen Frequenzkanals) schneller erholt. Hierdurch werden die höheren Töne innerhalb des Zeitbereichs der Nachverdeckung hervorgehoben.

Ferner können die Ausschwingzeitkonstanten, durch die am Programmspeicher programmierten Schwellenwerte der Kompressionsschaltungen 5, 6, 7, für die benachbarten Frequenzkanäle 18, 19, 20 gesteuert werden.

Mittels eines Zählers (nicht dargestellt) kann gezählt werden, wie häufig eine Kompressionsschaltung 5, 6, bzw. 7 innerhalb einer bestimmten Zeiteinheit getriggert wurde. Bei Überschreitung eines Häufigkeitsschwellenwertes wird eine Stufe des jeweiligen Vorverstärkers 4 vor der Kompressionsschaltung bzw. den Kompressionsschaltungen 5, 6, 7 "weich" ausgeschaltet.

Die Gesamtverstärkung wird hierdurch für eine festgelegte Zeit verringert, gleichzeitig wird hierdurch der Schwellenwert der Kompressionsschaltung 5, 6 bzw. 7

seltener erreicht und diese daher seltener getriggert. Auf diese Weise stellt sich ein vom Schallereignis abhängiges Ein-/Ausschaltverhältnis der Stufe des Vorverstärkers 4 und damit eine Langzeitsteuerung ein.

Von besonderer Bedeutung ist die Art der Gewinnung des Steuersignals für das Stellglied, mit dem die Verstärkung verändert wird.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird das Eingangssignal der AGC-Schaltung durch Verkopplung von vier gewichteten Signalen S1 bis S4 gebildet. Dabei sind: S1 das Signal am Ausgang des Vorverstärkers 4 in Fig. 1, S2 das Signal am Ausgang des Klangfilters 8.1, S3 das Signal am Eingang des Lautstärkestellers 14 und S4 das Signal am Ausgang des mechanischen oder elektronischen Anpaßverstärkungsstellers 15, der nicht vom Schwerhörigen bedient werden kann.

Wird z. B. S3 mit +1 gewichtet und werden die anderen Signale mit 0 gewichtet, dann liegt eine übliche AGC-I vor (1 bedeutet input-geregelt); werden dagegen S4 mit +1 gewichtet und die anderen Signale mit 0, dann liegt eine übliche AGC-O vor (0 bedeutet output-geregelt). Die Werte für die Wichtungsfaktoren können zwischen -1 und +1 liegen. Dadurch kann bei der Anpassung dafür gesorgt werden, daß die AGC z. B. nur von Signalen getriggert wird, die der Schwerhörige mit dem Hörgerät auch hört oder, im Gegenteil, daß ein Störsignal die AGC triggert, das der Schwerhörige bewußt nicht genügend verstärkt bekommt, das aber ohne Regelung das Hörgerät übersteuern würde. Außerdem können die bekannten Eigenschaften von AGC-I und AGC-O kombiniert werden.

#### Patentansprüche

1. Verstärkungsschaltung, vorzugsweise für analoge oder digitale Hörgeräte, bei der unter Verwendung einer Kompressionsschaltung über einem Eingangspiegelbereich  $L_{I1} - L_{I2}$  eine Kompression der Eingangspegeldifferenz  $\Delta L_I$  mit dem Resultat einer geringeren Ausgangspegeldifferenz  $\Delta L_O$  vorgenommen wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungsschaltung mindestens zwei Kompressionsschaltungen (z. B. 6, 7) als Teilschaltungen vorsieht, die sich zeitunabhängig oder -abhängig unterschiedlich überlagern und eine resultierende Verstärkungskennlinie V erzeugbar ist, bei der das Kompressionsverhältnis  $\Delta L_I / \Delta L_O$  mit steigendem Eingangspegel  $L_I$  andauernd oder in definierten Zeitintervallen abnimmt.
2. Verstärkungsschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompressionsschaltungen (5, 6, 7), deren Kompressionsverhalten auf jeweils einen, von den anderen verschiedenen Pegelbereich beschränkt ist, in Serie geschaltet sind.
3. Verstärkungsschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompressionsschaltungen (5, 6, 7) parallel geschaltet sind.
4. Verstärkungsschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verminderung der komprimierenden Wirkung mindestens eine der Kompressionsschaltungen (z. B. 5) eine expandierende Wirkung aufweist.
5. Verstärkungsschaltung nach den Ansprüchen 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompressionsschaltungen (5, 6, 7) sich in ihren Schwellenwerten und/oder Ein- und Ausschwingzeiten unterscheiden.

6. Verstärkungsschaltung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompressionsschaltungen (5, 6, 7) sich in ihren unteren und in ihren oberen Schwellenwerten unterscheiden.

7. Verstärkungsschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompressionsschaltungen (5, 6, 7) sich in Teilbereichen in ihrem Kompressionsverhältnis unterscheiden.

8. Verstärkungsschaltung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kennlinie der Kompressionsschaltung (z. B. 5) mit dem höheren Schwellenwert im Vergleich zur Kompressionsschaltung (z. B. 6) mit dem niedrigeren Schwellenwert ein geringeres Kompressionsverhältnis  $\Delta L_I / \Delta L_O$  aufweist.

9. Verstärkungsschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch Variation der Schwellenwerte, der Ein- und Ausschwingzeiten und/oder der Kompressionsverhältnisse (5, 6, 7) die Verstärkungskennlinie V veränderbar ist.

10. Verstärkungsschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zum Schutze des Gehörs das Kompressionsverhältnis bei höheren Pegelwerten stark zunimmt.

11. Verstärkungsschaltung nach einem der Ansprüche 1-10, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweilige Kompressionsschaltung (5, 6 oder 7) ein Regelsignal aus dem Ausgangssignal ihrer jeweiligen Vorgängerin ableitet.

12. Verstärkungsschaltung nach einem der Ansprüche 1-10, dadurch gekennzeichnet, daß alle Kompressionsschaltungen (5, 6, oder 7) das Regelsignal aus mehreren gewichteten Ausgangssignalen unterschiedlicher Teile der Gesamtschaltung ableiten.

13. Verstärkungsschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens drei Kompressionsschaltungen (5, 6, 7) vorgesehen sind, wobei mindestens zwei Kompressionsschaltungen (z. B. 6, 7) davon wahlweise aktivierbar sind.

14. Verstärkungsschaltung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompressionsschaltungen (5, 6, 7) eine, bezüglich Schwellenwerte und/oder Kompressionsverhältnis, feste Einstellung aufweisen.

15. Verstärkungsschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Zeitverhalten der jeweiligen Kompressionsschaltung (z. B. 5) unabhängig von den übrigen Kompressionsschaltungen (z. B. 6, 7) einstellbar ist.

16. Verstärkungsschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelverhalten der jeweiligen Kompressionsschaltungen (5, 6, 7) von der Größe der Eingangspegeldifferenz  $\Delta L_I$  pro Zeitintervall  $\Delta t$  abhängig ist.

17. Verstärkungsschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelverhalten einer Kompressionsschaltung (z. B. 5) vom Schwellenpegel der benachbarten Kompressionsschaltung (z. B. 6) abhängt.

18. Verstärkungsschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Frequenzkanäle (z. B. 18, 19) vorgesehen sind und jeder Frequenzkanal (z. B. 18, 19) eine Verstärkungskennlinie V, resultierend aus

mindestens zwei sich überlagernden Kompressionsschaltungen (z. B. 6, 7), aufweist.

19. Verstärkungsschaltung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die dem jeweiligen Frequenzkanal (18, 19, 20) zugeordneten Kompressionsschaltungen (5, 6, 7) von einem Signal getriggert werden, das im jeweiligen Übertragungs-  
bereich der Frequenzkanäle (18, 19, 20) liegt.

20. Verstärkungsschaltung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Gesamtkompressionsverhältnis der Verstärkungsschaltung eines Kanals durch Variation des Kompressionsverhältnisses des Nachbarkanals oder die der Kompressionsverhältnisse der Nachbarkanäle steuerbar ist.

21. Verstärkungsschaltung nach den Ansprüchen 18—20, dadurch gekennzeichnet, daß durch Wahl einer bestimmten Zeitkonstanten für einen Frequenzkanal (z. B. 18) sich das diesem Frequenzkanal (18) zugeordnete Kompressionsverhältnis langsamer oder schneller, im Vergleich zu den Kompressionsverhältnissen in den restlichen Frequenzkanälen (19, 20) erholt.

22. Verstärkungsschaltung nach einem der Ansprüche 18—21, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausschwingzeit der Kompressionsschaltungen (5, 6, 7) eines Frequenzkanals (z. B. 18) durch z. B. die Schwellenwerte der Kompressionsschaltungen (5, 6, 7) mindestens eines benachbarten Frequenzkanals (z. B. 19) steuerbar ist.

23. Verstärkungsschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Häufigkeit der Triggerung einer Kompressionsschaltung (z. B. 5) erfaßt wird und bei Überschreitung eines Häufigkeitsschwellenwertes eine Stufe des Verstärkers (4) vor der Kompressionsschaltung (5) abschaltbar ist.

24. Verstärkungsschaltung nach einem der Ansprüche 1—22, dadurch gekennzeichnet, daß eine zusätzlich vorgeschaltete Breitband-AGC-Schaltung für eine vorbestimmte Zeit einschaltbar ist.

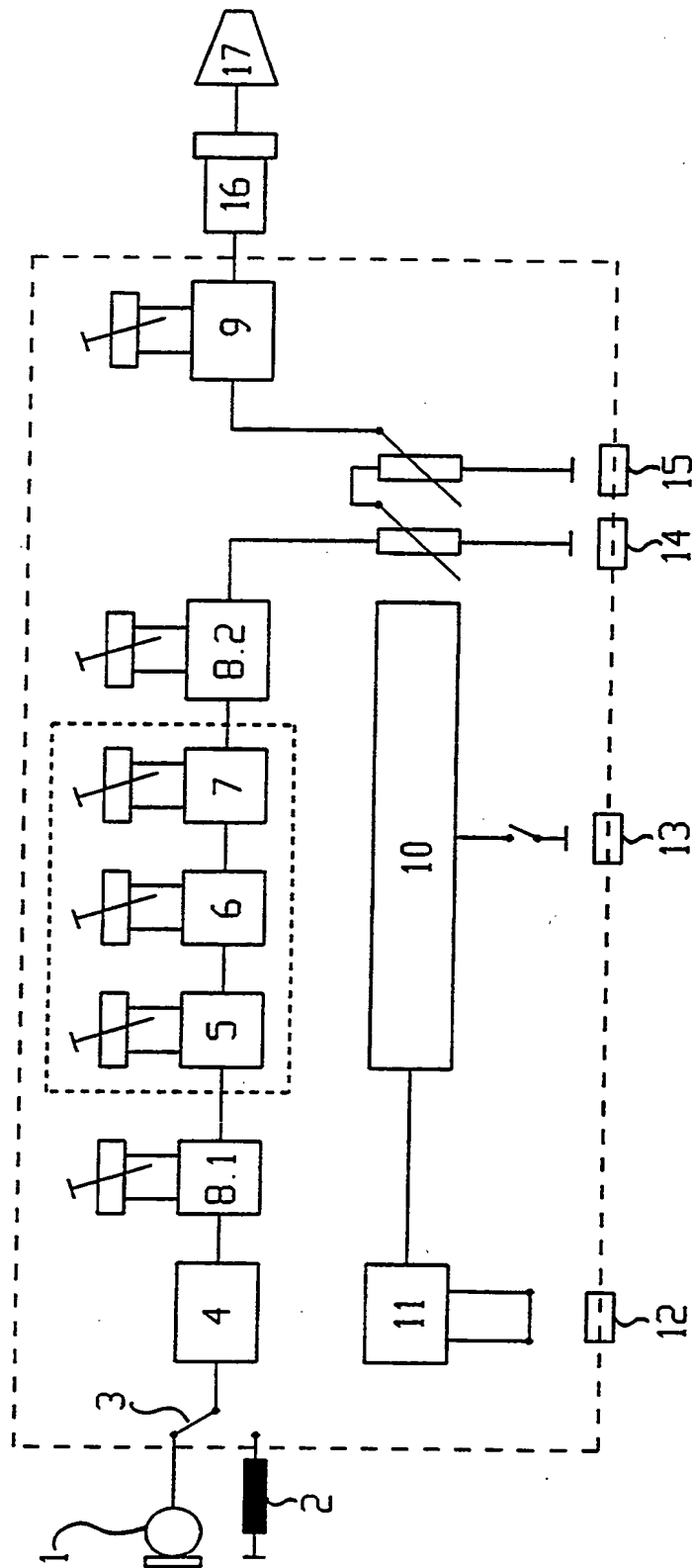
25. Hörgerät mit einem Mikrophon, einer Verstärkungsschaltung zur Verstärkung des elektrischen Signals sowie einem Hörer und gegebenenfalls Ohrpaßstück, gekennzeichnet durch eine Verstärkungsschaltung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche.

26. Hörgerät nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Eigenschaften der Verstärkerschaltung nach den vorherigen Ansprüchen durch einen Hörprogrammschalter (13) oder eine Hörprogrammtaste in vorgewählten Parametersätzen umschaltbar sind.

27. Hörgerät nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Eigenschaften der Verstärkerschaltung automatisch, aufgrund einer Analyse der Schallsignale, der Hörsituation anpaßbar sind.

28. Hörgerät nach einem der Ansprüche 25—27, dadurch gekennzeichnet, daß dieses einen digitalen Signalprozessor mit einem entsprechenden Signalverarbeitungs-Algorithmus aufweist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen



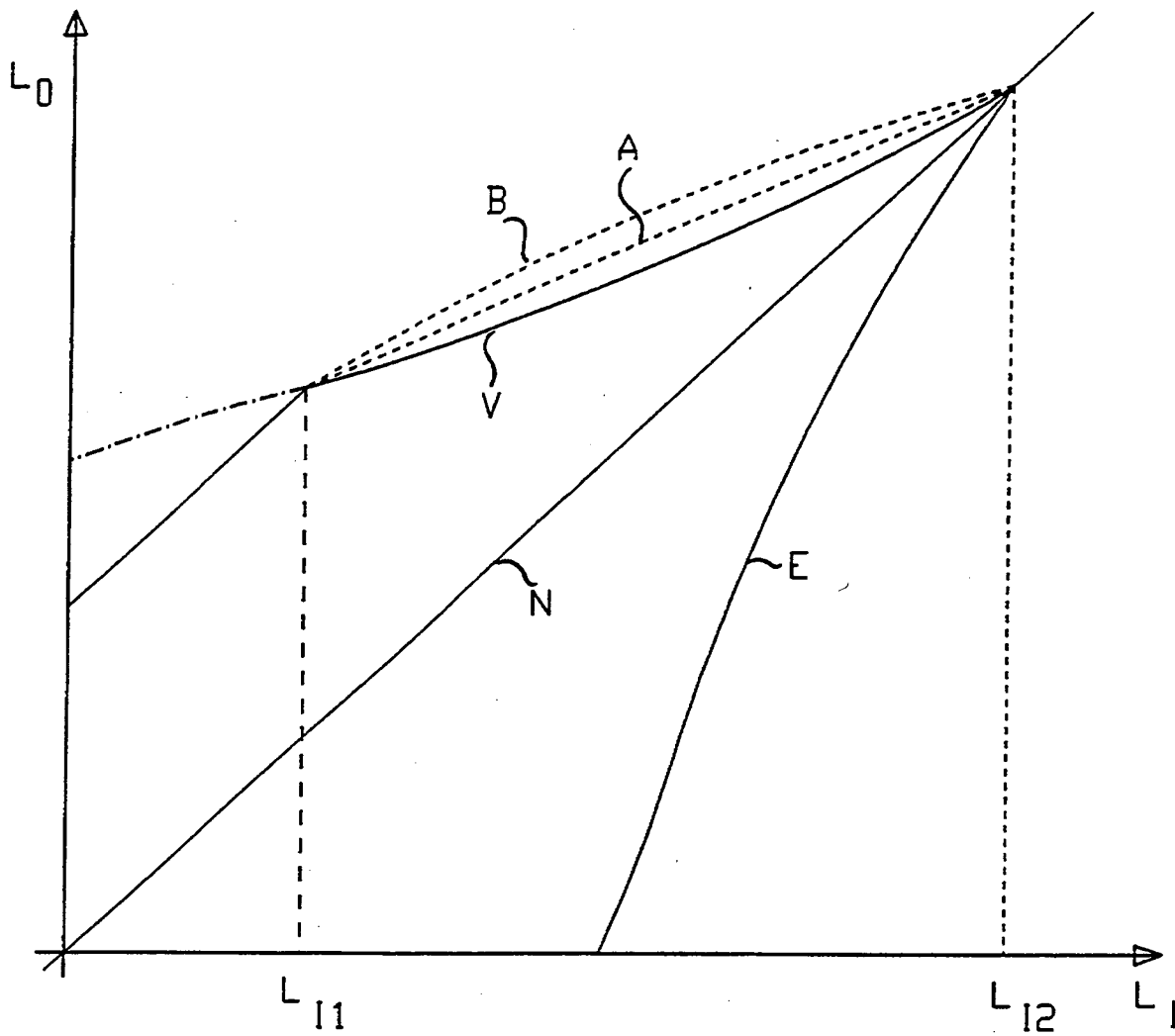


FIG. 2



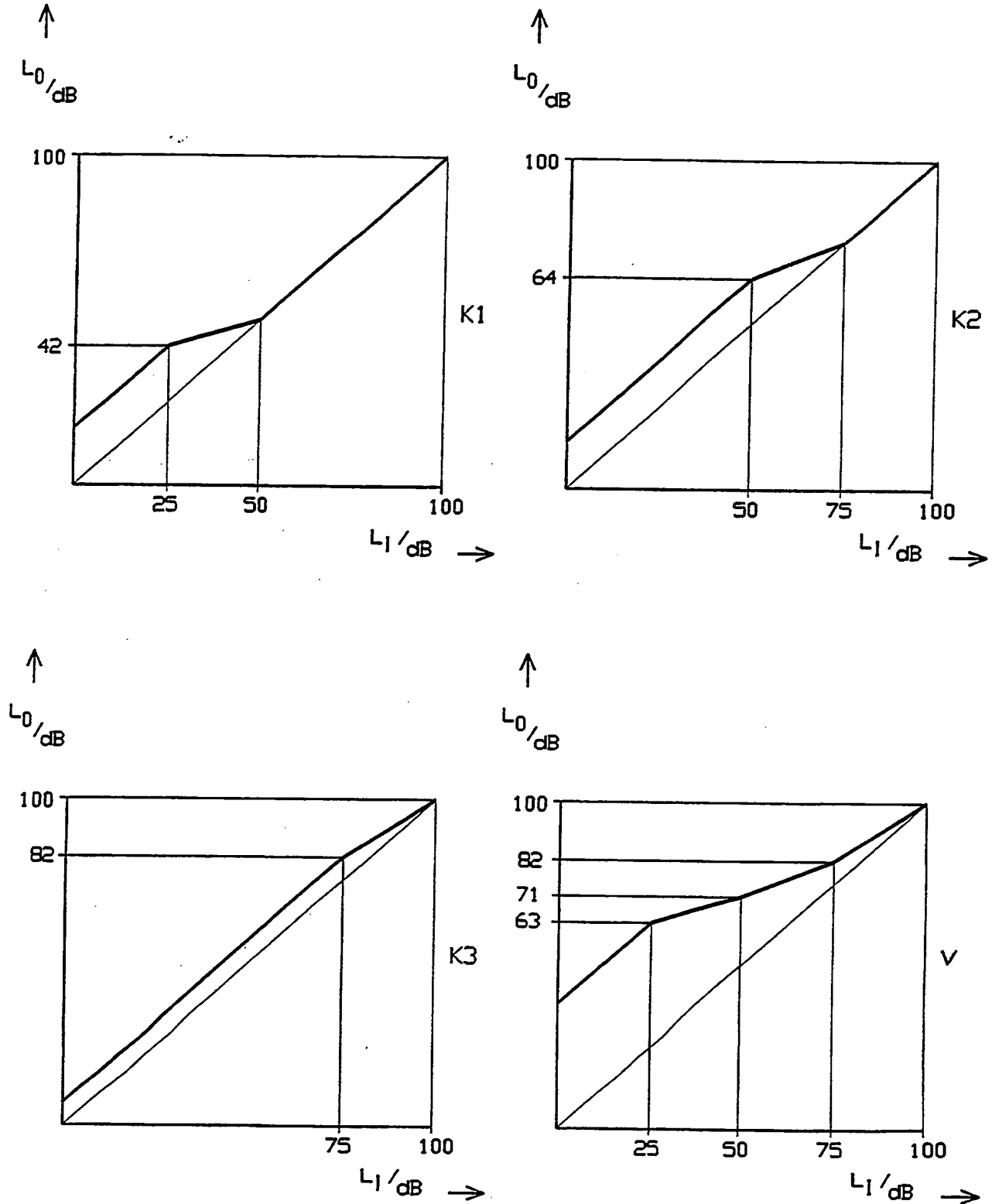


FIG. 3

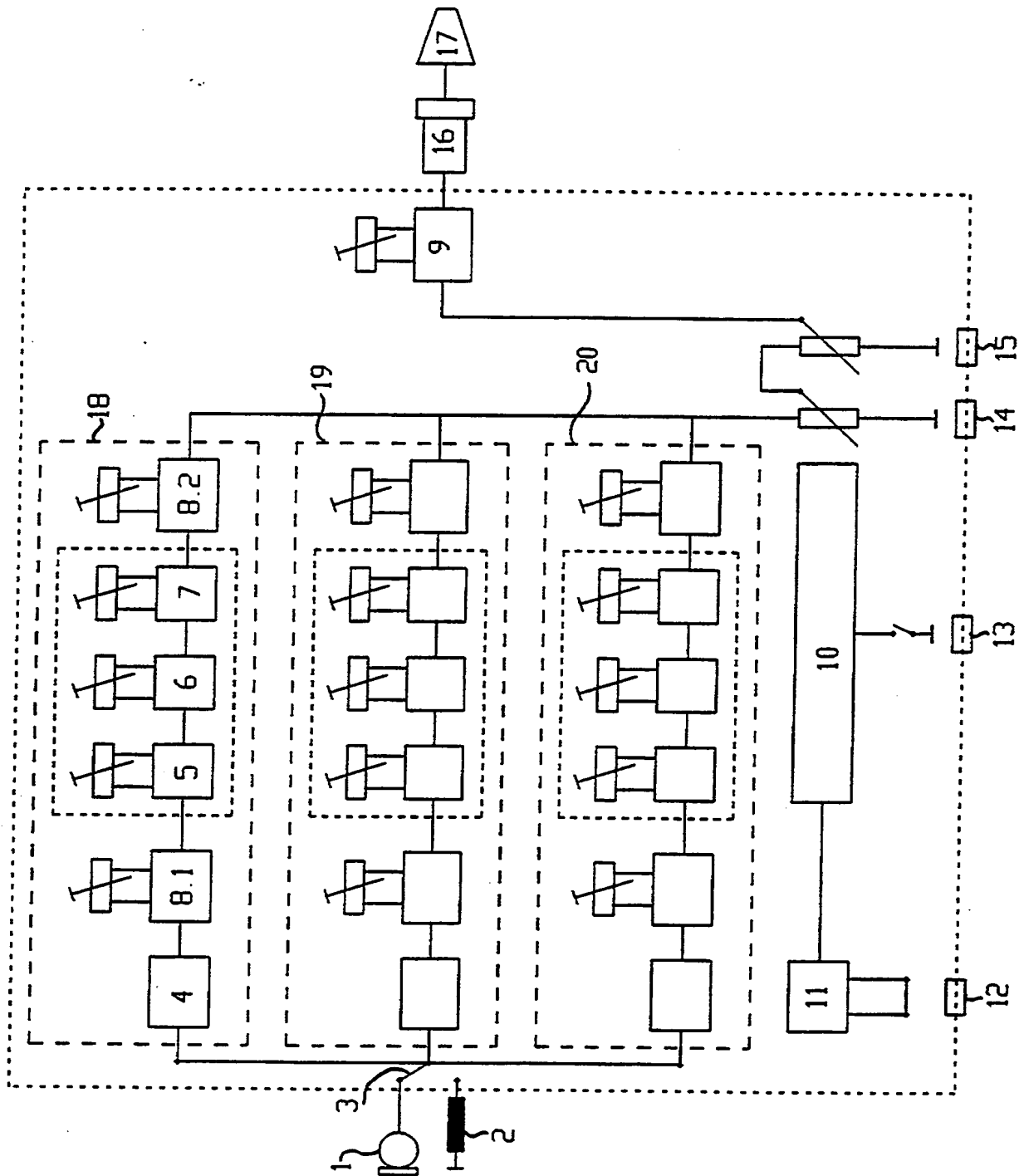


FIG. 4